

Durée : 2 heures

**CORRECTION EPREUVE COMMUNE DE PHYSIQUE :
TS2 TS1**

Samedi 26 septembre 2009

Exercice 1 : Le téléphone « pot de yaourt ».

A – A PROPOS DES ONDES

1. L'onde sonore se propage d'abord dans l'air, puis dans le **fond du 1^{er} pot de yaourt**, ensuite dans le **fil**, puis dans le **fond du 2nd pot de yaourt** et finalement dans l'air.

2. Figure 2 : **Onde transversale**, la direction de la perturbation (verticale) est perpendiculaire à la direction de propagation de l'onde. (horizontale).

Figure 3: **Onde longitudinale**, la direction de la perturbation est la même que la direction de propagation de l'onde.

B – CELERITE DE L'ONDE QUI SE PROPAGE LE LONG DU FIL

1. Retard $\tau = 4 \text{ div} \times 5 \text{ ms/div}$

$$\tau = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ s}$$

$$2. v = \frac{D}{\tau} \quad \text{soit } v = \frac{20}{20 \cdot 10^{-3}}$$

$$v = 1,0 \cdot 10^3 \text{ m.s}^{-1}$$

La célérité de l'onde le long de la corde est supérieure à celle dans l'air.

Une onde se propage plus rapidement dans un milieu solide que dans un milieu gazeux. La vitesse de propagation d'une onde est une propriété du milieu

$$3. \mu = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ kg.m}^{-1} \text{ donc } [\mu] = \text{M} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$k = 20 \text{ kg.s}^{-2} \text{ donc } [k] = \text{M} \cdot \text{T}^{-2}$$

$$[k \cdot L] = \text{M} \cdot \text{T}^{-2} \cdot \text{L}$$

$$\text{expression (1): } v = \sqrt{\frac{\mu}{k \cdot L}} \quad [V] = [\mu]^{1/2} \cdot [kL]^{-1/2}$$

$$[V] = \text{M}^{1/2} \cdot \text{L}^{-1/2} \cdot \text{M}^{-1/2} \cdot \text{T} \cdot \text{L}^{-1/2}$$

$$[V] = \text{T} \cdot \text{L}^{-1} \quad v \text{ serait exprimée en } \text{s.m}^{-1} \text{ L'expression (1) n'est pas retenue.}$$

expression (2): $v = \sqrt{\frac{k \cdot L}{\mu}}$, il s'agit de l'inverse de l'expression (1), on aurait $[V] = \text{L} \cdot \text{T}^{-1}$. La célérité serait exprimée en m.s^{-1} . **L'expression 2 est homogène a une célérité.**

expression 3: $v = \frac{k \cdot L}{\mu}$, il s'agit du carré de l'expression (2), on aurait $[V] = \text{L}^2 \cdot \text{T}^{-2}$.

L'expression 3 n'est pas retenue.

$$4. v = \sqrt{\frac{k \cdot L}{\mu}} \quad \text{soit } v = \sqrt{\frac{20 \times 50}{1,0 \cdot 10^{-3}}} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ m.s}^{-1} \text{ Ce résultat est conforme à celui obtenu par l'expérience.}$$

5. Le point A est plus proche de l'émetteur (haut-parleur) que ne l'est le point B.

L'onde est amortie au cours de sa propagation. L'amplitude de la perturbation diminue lorsque l'onde s'éloigne de la source vibratoire.

6. $T = 5 \text{ div} \times 1 \text{ ms/div}$

$$T = 5 \text{ ms}$$

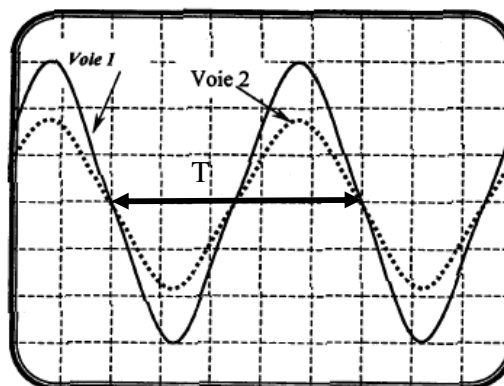
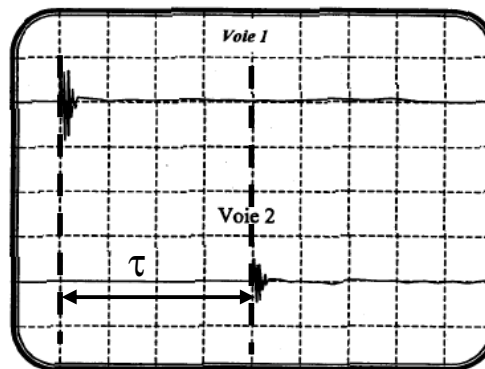
$$v = \frac{1}{T} \quad \text{soit } v = \frac{1}{5 \cdot 10^{-3}} = 2 \cdot 10^2 \text{ Hz}$$

7.a) Les signaux se retrouvent dans la même configuration lorsque $D = n \cdot \lambda$ avec n entier.

$$D = n \times 5,00$$

$$\text{donc } \lambda = 5,00 \text{ m}$$

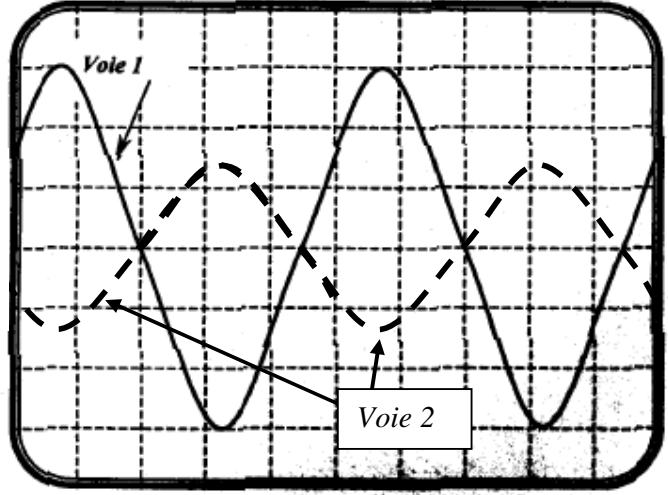
$$\lambda = v \cdot T$$



$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot \nu \quad v = 5,00 \times 2 \cdot 10^2 = \mathbf{1.10^3 \text{ m.s}^{-1}}$$

7.b) Si $D = 27,5 \text{ m}$, on a $D = \left(n + \frac{1}{2}\right) \cdot \lambda$ avec $n = 5$.

Les deux signaux sont à opposés à chaque instant.
 Le signal de la voie 2 possède une amplitude plus faible que celui de la voie 1.
 Le signal de la voie 2 possède une amplitude plus faible que lorsque de $D = 20,0 \text{ m}$. (figure 7)



8. Dans un milieu dispersif, la célérité de l'onde dépend de sa fréquence.

Si le fil était un milieu dispersif, les ondes de basses fréquences ne se propageraient pas à la même célérité que les ondes de hautes fréquences.

Les signaux correspondant aux sons aigus de la voix ne parviendraient pas, au second pot de yaourt, en même temps que les signaux correspondant aux sons graves.

Si le fil était un milieu dispersif ce téléphone pot de yaourt ne pourrait pas fonctionner.

9. Les ondes électromagnétiques peuvent se propager dans le vide contrairement aux ondes mécaniques qui nécessitent la présence de matière.

Exercice 2 : Comment déterminer le relief du fond marin avec un sondeur ?

1. étude de l'onde ultrasonore dans l'eau de mer.

1.1. Une onde mécanique progressive est le phénomène de propagation d'une perturbation dans un milieu matériel sans transport de matière mais avec transport d'énergie.

1.2. L'onde ultrasonore est une onde longitudinale car la direction de la perturbation est parallèle à la direction de propagation de l'onde.

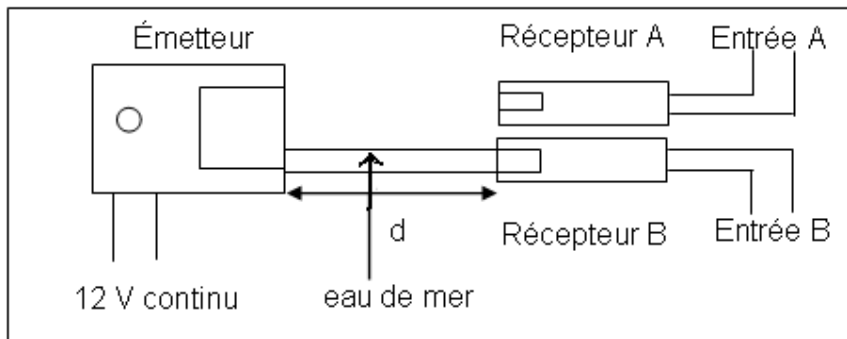


Figure 1

2. Détermination de la célérité des ondes ultrasonores dans l'eau.

2.1. Il est nécessaire de déclencher l'acquisition sur la voie B car la célérité dans l'eau de mer est plus importante que dans l'air. La distance d entre les récepteurs et les émetteurs étant la même le signal arrivera en premier au récepteur B.

2.2 L'onde arrive d'abords

sur le récepteur B. Par conséquent $t_B > t_A$

Pour que l'expression du retard soit positive il faut qu'il soit égal à :

$$\Delta t = t_A - t_B > 0 \text{ s}$$

2.3.1

Dans l'air : $v(\text{air}) = \frac{d}{t_A - t_0}$ avec $t_0 = 0\text{s}$

$$t_A = \frac{d}{v(\text{air})}$$

dans l'eau :

$$v(\text{eau}) = \frac{d}{v(\text{eau})}$$

$$t_B = \frac{d}{v(\text{air})}$$

L'intervalle de temps entre la réception du signal sur la voie B et A est :

$$\Delta t = t_A - t_B = \frac{d}{v(\text{air})} - \frac{d}{v(\text{eau})} = d \left(\frac{1}{v(\text{air})} - \frac{1}{v(\text{eau})} \right)$$

::

Vérification d'unité :

$t_A - t_B$ en seconde

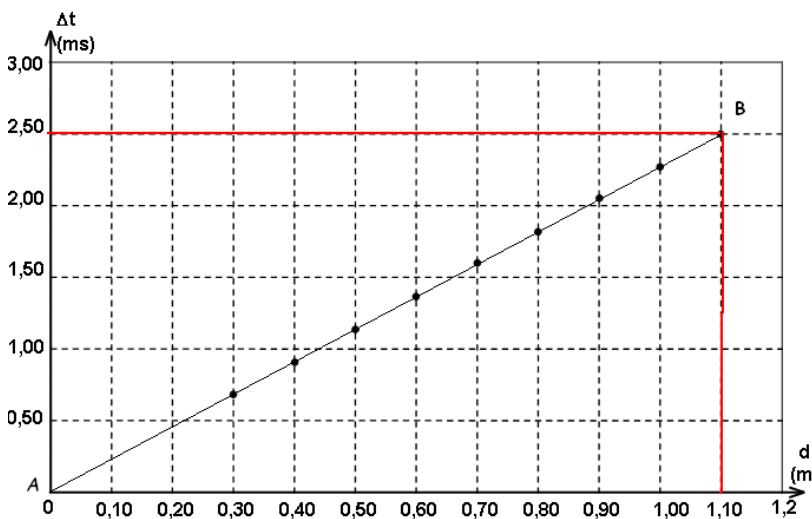
$$\frac{d}{v} \text{ exprimée en } \frac{\frac{\text{m}}{\text{s}}}{\frac{\text{m}}{\text{s}}} = \text{s}$$

L'expression littérale est homogène en terme d'unité.

2.3.2. D'après l'expression précédente la durée est proportionnelle à la distance. Le coefficient de proportionnalité vaut :

$$a = \frac{1}{v_{\text{air}}} - \frac{1}{v_{\text{eau}}}$$

Par conséquent la représentation graphique de la durée en fonction de la distance d est une droite passant par l'origine. La durée est proportionnelle à la distance d .



2.3.3. Pour calculer le coefficient directeur on prend 2 points de la droite :

Soit le point A ($d_A = 0\text{ m}$; $\Delta t_A = 0\text{ ms}$)

Soit le point B ($d_B = 1,10\text{ m}$; $\Delta t_B = 2,50\text{ ms} = 2,50 \times 10^{-3}\text{ s}$)

Notons a le coefficient directeur de cette droite passant par l'origine :

$$a = \frac{\Delta t_B - \Delta t_A}{d_B - d_A}$$

$$a = \frac{2,50 \times 10^{-3}}{1,10} = 2,27 \times 10^{-3}\text{ s.m}^{-1}$$

$$a = \frac{1}{v(\text{air})} - \frac{1}{v(\text{eau})}$$

$$\frac{1}{v(\text{eau})} = \frac{1}{v(\text{air})} - a$$

$$v(\text{eau}) = \left(\frac{1}{v(\text{air})} - a \right)^{-1}$$

$$v(\text{eau}) = 1,50 \times 10^3\text{ m.s}^{-1}$$

3. Détermination du relief des fonds marins

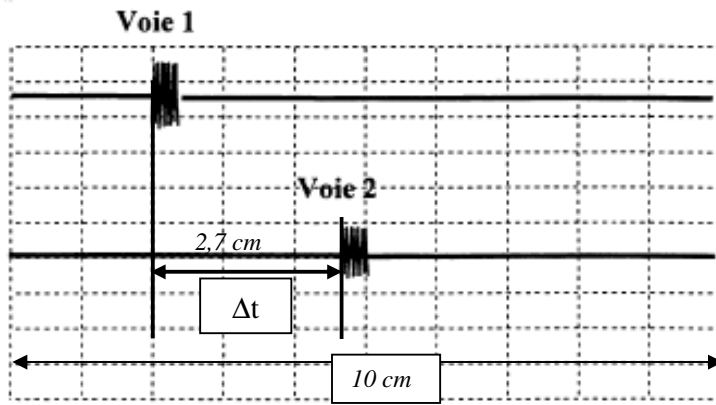


figure 3 est donc **1 carreau représente 27 ms**.

3.1.1. la **voie 1** représente le **signal émis** et la **voie 2** le **signal reçu**. car l'émission se fait avant la réception.

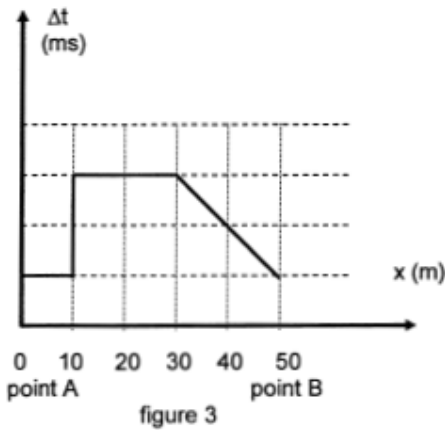
3.1.2. Δt représente 2,6 cm
100 ms représente 9,7 cm

$$\Delta t = \frac{2,6 \times 100}{9,7} = 27 \text{ ms}$$

(Réponse tolérée entre 26ms et 27 ms)

3.1.3. Pour $x_A = 0$ m, Δt correspond à un carreau
verticalement. L'échelle verticale de la

3.2. Les ultrasons partent de l'émetteur parcourent la distance p frappent le fond et reviennent à nouveau vers l'émetteur. Ils ont parcouru la distance $2.p$



$$v(\text{eau}) = \frac{d}{\Delta t} = \frac{2p}{\Delta t}$$

$$p = \frac{\Delta t \cdot v(\text{eau})}{2}$$

3.3. Pour $0 < x < 10$ m : Δt représente 1 carreau. La profondeur sous marine est :

$$p = \frac{\Delta t \cdot v(\text{eau})}{2} = \frac{27xE - 3x1,50xE3}{2} = 20 \text{ m}$$

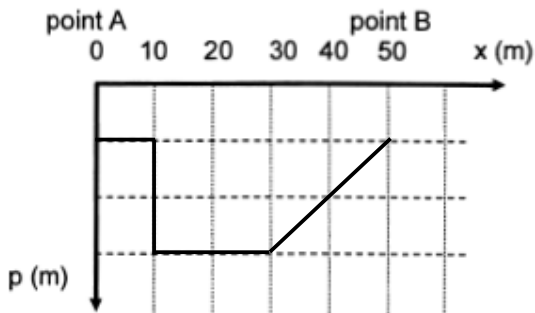
Pour $10 < x < 30$ m : $\Delta t \rightarrow 3$ carreaux

$$p = \frac{\Delta t \cdot v(\text{eau})}{2} = \frac{3x27xE - 3x1,50xE3}{2} = 60 \text{ m}$$

pour $x = 40$ m la durée représente 2 carreaux donc

$$p = \frac{\Delta t \cdot v(\text{eau})}{2} = \frac{2x27xE - 3x1,50xE3}{2} = 40 \text{ m}$$

pour $x = 50$ m la durée représente à nouveau 1 carreau donc $p = 20$ m. La représentation de p en fonction de x est donc :



$$2p < v \cdot T_m$$

3.4. Pour que le signal émis et son écho ne se chevauchent pas, il faut que l'écho soit revenu avant une durée égale à T_m , soit avant qu'un nouveau signal ne soit émis.

Les ultrasons doivent parcourir la distance $2p$ en une durée inférieure à T_m .

$$v(\text{eau}) = \frac{d}{\Delta t} = \frac{2p}{\Delta t}$$

$$2p = v \cdot \Delta t$$

$$\text{avec } \Delta t < T_m$$

$$T_m > \frac{2p}{v} = \frac{2x360}{1,50E3} > 0,48 \text{ s}$$